

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Kuat Tekan Beton

Berdasarkan SNI 03 – 1974 – 1990 kuat tekan beton merupakan besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu oleh mesin tekan.

Mulyono (2004), Sifat utama beton adalah memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya. Kekuatan tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan per satuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Kualitas atau mutu beton bergantung pada kuat tekan beton yang dihasilkan, bila kuat tekan beton yang dihasilkan semakin tinggi maka mutu beton tersebut akan semakin tinggi, begitu pula sebaliknya.

Nilai kuat tekan beton dapat diperoleh dengan pengujian yang menacu pada standar yang umumnya digunakan yaitu standar ASTM (*American Society for Testing and Material*). Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

Persamaan yang digunakan dalam menentukan nilai kuat tekan beton adalah :

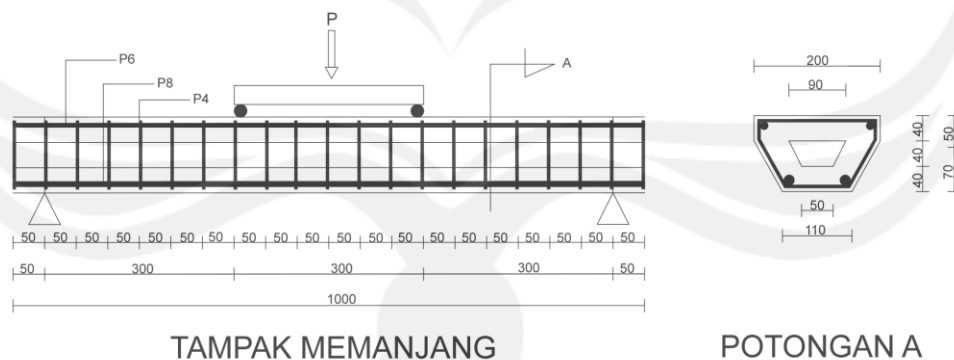
$$f_c' = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3-1)$$

dimana : f_c' = Kuat tekan beton (MPa)
 A = Luas bidang desak benda uji (mm^2)
 P = Beban tekan (N)

3.2 Kuat Lentur

Kekuatan tarik di dalam lentur yang dikenal dengan modulus runtuh (*modulus of rupture*) merupakan sifat yang penting di dalam menentukan retak dan lendutan. Saat terjadi momen lentur positif, regangan tekan akan terjadi pada bagian atas dan regangan tarik akan terjadi pada bagian bawah. Oleh karena itu pelat yang dirancang harus mampu menahan tegangan tekan dan tarik.

Pada penelitian ini menggunakan benda uji pelat yang bentuknya menyerupai balok seperti pada gambar 3.1.



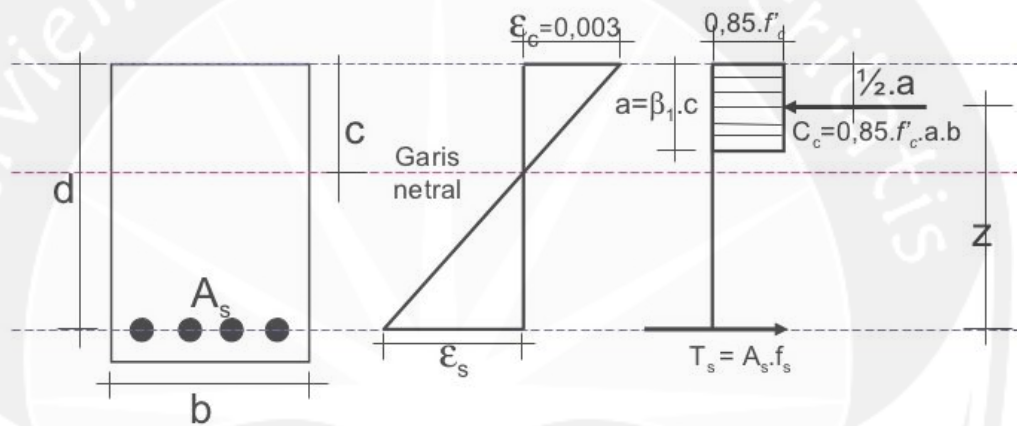
Gambar 3.1 Pengujian Kuat Lentur Pelat (Satuan dalam mm)

Nawy (1990), Kuat lentur dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$fr = \frac{Mc}{I} \dots\dots\dots(3-2)$$

dimana :	f_r	=	Tegangan lentur	(MPa)
	M	=	Momen maksimum	(Nmm)
	c	=	Letak garis netral	(mm)
	I	=	Momen Inersia	(mm ⁴)

3.3 Balok Beton Bertulangan Tunggal (Bertulangan Tarik Saja)



Gambar 3.2 Distribusi Tegangan dan Regangan pada Penampang Balok Tulangan Tunggal

Analisa balok tulangan tunggal :

1. Hitung luas tulangan dalam kondisi seimbang

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \frac{600}{600 + f_y}$$

$$A_{sb} = \rho_b \cdot b \cdot d$$

2. Tentukan keadaan tulangan balok yang di tinjau

Keadaan *overreinforced* bila $A_s > A_{sb}$

Keadaan *underreinforced* bila $A_s \leq A_{sb}$

3. Bila keadaan *underreinforced*, kapasitas momen balok dihitung

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot (d - \frac{1}{2} \cdot a)$$

Atau

$$M_n = 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \cdot (d - \frac{1}{2} \cdot a)$$

$$M_U = \phi \cdot M_n$$

Bila keadaan *overreinforced*, kapasitas momen balok

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d}$$

$$m = \frac{E_s \cdot \epsilon}{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f'_c}$$

$$k_u = \sqrt{m\rho + (\frac{m\rho}{2})^2} - \frac{m\rho}{2}$$

$$c = k_u \cdot d$$

$$a = \beta_1 \cdot c$$

$$M_n = 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \cdot (d - \frac{a}{2})$$

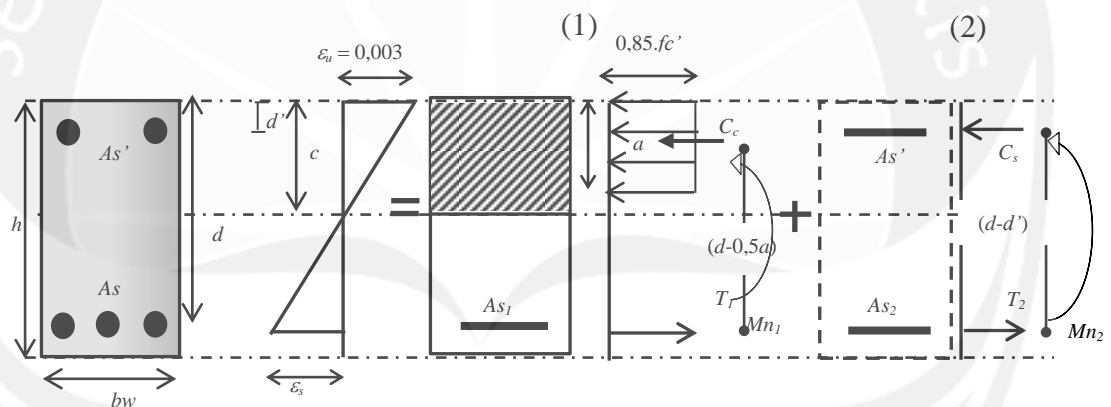
$$M_U = \phi \cdot M_n$$

Keterangan : M_n = Momen nominal (Nmm)
 M_u = Momen *ultimate* (Nmm)
 C_c = Gaya pada daerah tekan penampang (N)
 C_s = Gaya pada tulangan tekan (N)
 A_s = Luas tulangan tarik (mm²)
 b = Lebar balok
 a = Tinggi blok tegangan beton tekan persegi ekuivalen
 d = Tinggi dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik
 d' = Tinggi dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tekan
 c = Tinggi serat tekan terluar ke garis netral
 T_s = Resultan gaya tarik baja tulangan
 E_s = Modulus elastisitas baja
 f_s = Tegangan tarik baja
 f'_c = Kuat tekan beton

3.4 Balok Beton Bertulangan Rangkap (Bertulangan Tarik dan Tekan)

Tulangan rangkap atau ganda pada balok terdiri dari tulangan tarik dan tulangan tekan. Perancangan balok dengan tulangan rangkap dilakukan apabila momen yang bekerja melebihi momen yang dapat dipikul oleh balok dengan tulangan tunggal.

Gaya tekan pada balok beton bertulangan rangkap atau ganda ditahan secara bersama – sama oleh beton (C_c) dan tulangan tekan (C_s), berbeda pada balok beton bertulangan tunggal, semua gaya tekan ditahan hanya oleh beton (C_c). Analisa balok tulangan rangkap ditunjukkan pada Gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.3 Distribusi Tegangan dan Regangan pada Penampang Balok Tulangan Rangkap

Penampang balok bertulangan rangkap dapat dianalisis dengan anggapan tampang balok dibagi menjadi dua, seperti pada Gambar 3.3. Terdapat 2 kondisi dalam menganalisis balok tulangan rangkap, yaitu :

1. Tulangan tekan sudah luluh

Bila tulangan tekan sudah luluh, maka $f_s' = f_y$

Gambar 3.3 bagian (1) :

$$T_1 = A_{s1}.f_y = C_c \dots\dots\dots(3-3)$$

$$M_{n1} = T_1(d - 0,5.a) \dots\dots\dots(3-4)$$

Gambar 3.4 bagian (2) :

$$C_s = A_{s'}.f_y \dots\dots\dots(3-5)$$

$$M_{n2} = C_s(d - d') \dots\dots\dots(3-6)$$

Sehingga momen nominal dan momen *ultimate* balok tulangan rangkap adalah :

$$M_n = M_{n1} + M_{n2} \dots\dots\dots(3-7)$$

$$M_u = \phi.M_n = 0,8.M_n \dots\dots\dots(3-8)$$

Tulangan tekan ($A_{s'}$) dianggap leleh bila $\epsilon_{s'} > \epsilon_y$, dengan nilai ϵ_y dan $\epsilon_{s'}$ adalah :

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{f_y}{2 \times 10^5} \dots\dots\dots(3-9)$$

$$\epsilon_{s'} = \frac{\epsilon_{cu} \cdot (c - d')}{c} = \frac{0,003(c - d')}{c} \dots\dots\dots(3-10)$$

2. Tulangan tekan belum luluh

Kondisi tulangan tekan belum luluh bila $\epsilon_{s'} < \epsilon_y$

$$f_{s'} \neq f_y \dots\dots\dots(3-11)$$

$$f_{s'} = E_s \cdot \epsilon_{s'} \dots\dots\dots(3-12)$$

Sehingga momen nominal dan momen *ultimate* balok tulangan rangkap adalah :

$$M_n = (A_s.f_y - A_{s'}.f_{s'}) \cdot (d - 0,5.a) + \{A_{s'}.f_{s'} \cdot (d - d')\} \dots\dots\dots(3-13)$$

$$M_u = \phi.M_n = 0,8.M_n \dots\dots\dots(3-14)$$

Keterangan : M_n = Momen nominal (Nmm)

- M_u = Momen *ultimate* (Nmm)
 C_c = Gaya pada daerah tekan penampang (N)
 C_s = Gaya pada tulangan tekan (N)
 A_s = Luas tulangan tarik (mm^2)
 f_y = Tegangan luluh baja pada daerah tarik balok (MPa)
 f_s' = Tegangan luluh baja pada daerah tekan balok (MPa)
 d = Jarak dari serat tarik terluar ke titik berat tulangan tarik longitudinal (mm)
 d' = Jarak dari serat tekan terluar ke titik berat tulangan tarik longitudinal (mm)
 a = Tinggi blok tegangan beton tekan persegi ekuivalen (mm)
 c = Jarak antara garis netral dan tepi serat beton tekan (mm)
 ϵ_{cu} = Regangan tekan beton pada batas retak (regangan ultimit), yang menurut pasal 12.2.3 SNI 03-2847-2002 diasumsikan sebesar 0,003
 E_s = Modulus elastis baja non-prategang dengan nilai sebesar 200.000 MPa (MPa)
 β_1 = Faktor pembentuk tegangan beton tekan persegi ekuivalen
 - untuk $f_c' \leq 30 \text{ MPa}$ (300 kg/cm^2) berlaku $\beta_1 = 0,85$
 - untuk $f_c' > 30 \text{ MPa}$ (300 kg/cm^2) berlaku $\beta_1 = 0,85 - 0,05 \cdot ((f_c' - 30)/7) \geq 0,65$
 - nilai β_1 tidak boleh diambil kurang dari 0,65 ϕ = Faktor reduksi sebesar 0,8